FOLIA

FACULTATIS SCIENTIARUM NATURALIUM UNIVERSITATIS PURKYNIANAE BRUNENSIS

TOMUS XIV GEOGRAPHIA 8 OPUS 11

1973

BEITRAG ZUR BESTIMMUNGSPROBLEMATIK DER DURCHFLUSSCHARAKTERISTIKEN AN DEN FLÜSSEN

JAROSLAV PETRLÍK

Výzkumný ústav vodohospodářský, Praha, ČSSR

SHRNUTÍ

PŘÍSPĚVEK K PROBLEMATICE URČENÍ PRŮTOKŮ NA ŘEKÁCH

Průtokové údaje na tocích jsou vyjadřovány s přesností pouze relativní a nikoli absolutní; obvykle jsou vyjadřovány tříciferným číslem (např. 481 m^3/s, 8,62 m^3/s). Z toho vyplývá, že tyto údaje jsou vyjádřitelné s konstantní přesností pouze v logaritmické stupnici. Vhodnost použití této stupnice jako stupnice pracovní vyplývá i ze skutečnosti, že frekvenční čára průměrných denních průtoků, vyjádřených v lineární stupnici, je silně pravostranně nesouměrná, ať se jedná o jednotlivé roky nebo o dlouholeté období; z toho plyne, že základní charakteristiku takovéhoto souboru (tj. aritmetický průměr) není možno považovat za plně representativní.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem zpracoval jsem padesátileté období (1888—1937) průměrných denních průtoků Labe v Děčíně v obou soustavách jako soustavách pracovních. Vedle zpracování zmíněného padesátiletého období jako celku jsem též samostatně zpracoval oba extrémní roky tohoto období (rok 1926 jako rok nejvodnější a rok 1934 jako rok nejméně vodný) a dále čtyři desítiletí, vybraná s ohledem na zmíněné extrémní roky (1924—1933, 1925—1934, 1926—1935 a 1927—1936). Z výsledků těchto zpracování jasně vyplývá vhodnost používání logaritmické stupnice jako stupnice pracovní při vyhodnocování průtokových údajů.

СОДЕРЖАНИЕ

К ПРОБЛЕМАТИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАСХОДА НА ВОДОТОКАХ

Данные расхода на водотоках выражаются с только релятивной, не с абсолютной точностью. Обыкновенно их выражают с помощью трехцифрового числа (например 481 м³/сек, 8,62 м³/сек). Из этого вытекает, что эти данные можно с константной точностью выразить только в логарифмической шкале. Целесообразность применения этой шкалы в качестве рабочей шкалы следует тоже из того, что линия частоты средних дневных расходов, выраженных в линеарной шкале, является сильно правосторонне асимметричной, как в случае отдельных годов, так в случае многолетнего периода. Из этого следует, что основную характеристику этого комплекса (т. е. арифметическое среднее) нельзя считать вполне репрезентативной.

Принимая во внимание все приведенные действительности, я обработал пятидесятилетний период (1888—1937) средних дневных расходов р. Эльба в Дечине в обоих комплексах как в комплексах рабочих. Кроме разработки упомянутого пятидесятилет-

него периода как целого я самостоятельно обработал также оба экстремных года этого периода (1926 г. как год с самой большой водностью и 1934 г. как год с самой низкой водностью) и далее четыре десятилетия, избранные с учетом упомянутых экстремных годов (1924—1933, 1925—1934, 1926—1935 и 1927—1936). Из результатов этой разработки вытекает целесообразность применения логарифмической шкалы в качестве рабочей при оценке расхода.

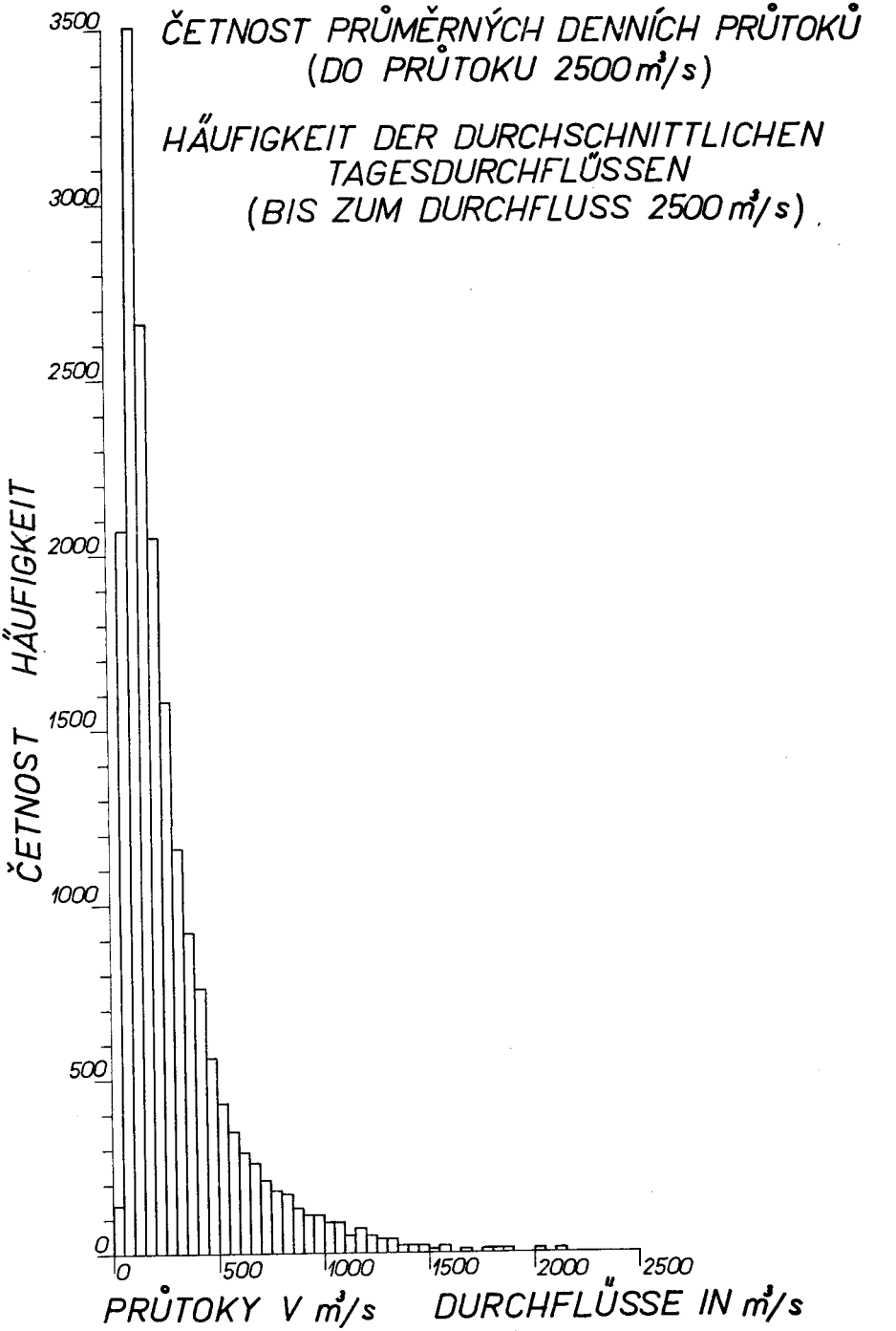
Wasserwirtschaftspraxis verlangt oft eine Feststellung mindestens der Grundcharakteristiken der einzelnen hydrometeorologischen Elemente auf Grund verhältnissmäßig kurzer Beobachtungsreihe. Es geschieht oft bei Bestimmung der Durchflußcharakteristiken, die als Grundlage beim projektieren neuer Wasserwirtschaftseinrichtungen auf kleinen Flüssen dienen, wo Mangel an Meßprofilen ist.

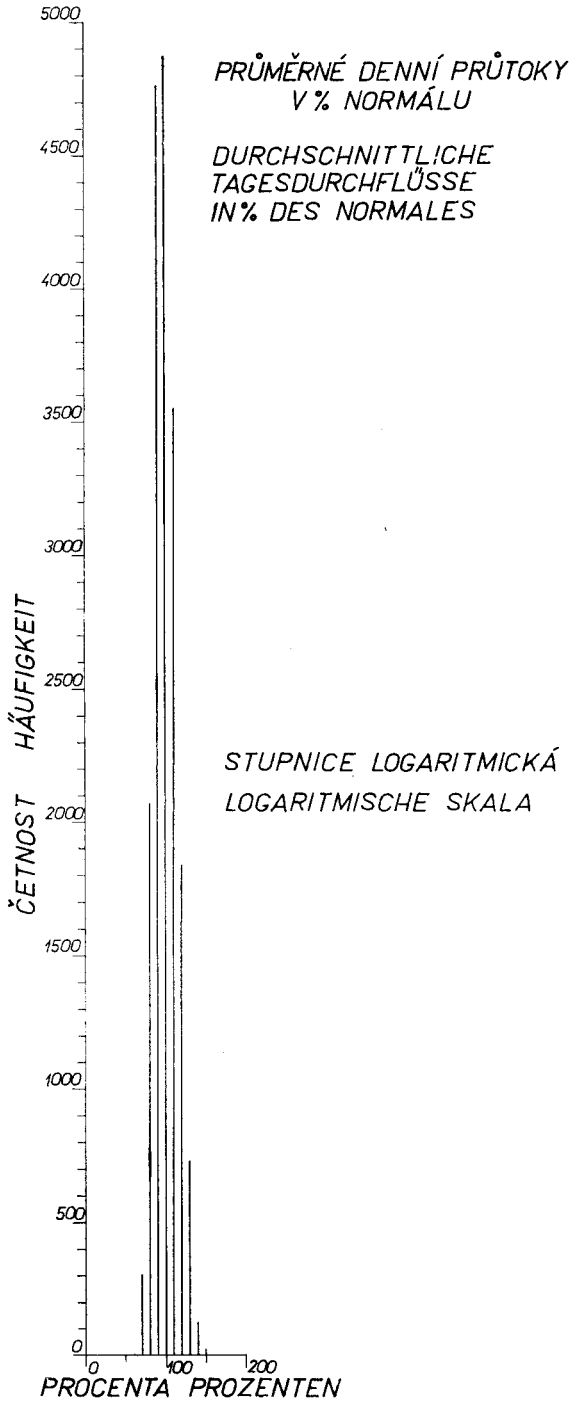
In den Zeitreihen der Durchflußangaben kommen nämlich zum Ausdruck auch ziemlich bedeutende Perioden von einer Länge einiger Jahrzenten; das bedeutet, daß die gesuchten Charakteristiken, die aus einer kurzen Beobachtungsreihe in einem angemessenen Profil bestimmt sind, können wesentlich von den tatsächlichen Charakteristiken (aus einer langen Beobachtungsreihe bestimmt) verschieden sein und können dadurch zu fehlerhaften Verschlüssen führen. Diese Schwierigkeit ist umso größer, daß die Frequenzlinie der durchschnittlichen Tagesdurchflüsse stark rechtsgängig ist, ob es sich um einzelne Jahre oder um langjährige Zeitabschnitte handelt.

Im Rahmen dieser Studie verarbeitete ich aus dem Material der Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft in Prag durchschnittliche Tagesdurchflüsse der Elbe in Děčín in einem 50jährigen Zeitabschnitt 1888—1937. Auf der Abbildung 1. ist in einem Säulendiagramm die Häufigkeit der durchschnittlichen Tagesdurchflüsse für diesen Zeitabschnitt bis zum Durchfluß von 2499 m^3/s. Die fehlende 28 Werte in einem Intervall von 2500; 4399 m^3/s sind nicht angeführt mit Rücksicht auf den Format der Abbildung. Mit Rücksicht auf die schon erwähnte starke rechtsgängige Unregelmäßigkeit kann man nicht mehr die Grundcharakteristik des Komplexes, d. h. den arithmetischen Durchschnitt (310 m^3/s) für vollkommen repräsentativ halten. Schon diese rechtsgängige Unregelmäßigkeit selbst empfehlt die Anwendung einer Logarithmusskala, denn Anwendung dieser bedeutet eine wesentliche Senkung der erwähnten Unregelmässigkeit. Zu den angeführten ist noch zu bedenken, daß die Durchflußangaben nur mit relativen, nicht absoluten Genauigkeit bestimmt sind. Gebrauchlich sind sie dreizifferig; z. B. Durchfluß an der Elbe in Děčín war am 16. XII. 1920 481 m^3/s und an der Sázava in Zruč a. d. Sázava am 12. V. 1955 8,62 m^3/s. Aus dieser Tatsache folgt auch die Benützung der Logarithmusskala als Arbeitsskala, weil nur in dieser Skala alle Durchflußangaben ausdruckbar mit einer konstanten Genauigkeit sind.

Mit Rücksicht auf die angeführten Tatsachen übertrug ich die erwähnte Zeitreihe der durchschnittlichen Tagesdurchflüsse der Elbe in Děčín in dem 50jährigen Zeitabschnitt in die Logarithmusskala (18862 Gesamtwerte) und in diesem Komplex stellte ich den durchschnittlichen Jahreswert (2,36036 resp. 229 m^3/s) sowie durchschnittliche Monatswerte für den 50jährigen Komplex fest und weiters durchschnittliche Monats- und Jahreswerte in einzelnen Jahren.

Um diesen neuen Komplex (d. h. Logarithmuskomplex der durchschnittlichen Tagesdurchflüsse) mit dem ursprünglichen vergleichen zu können, drückte

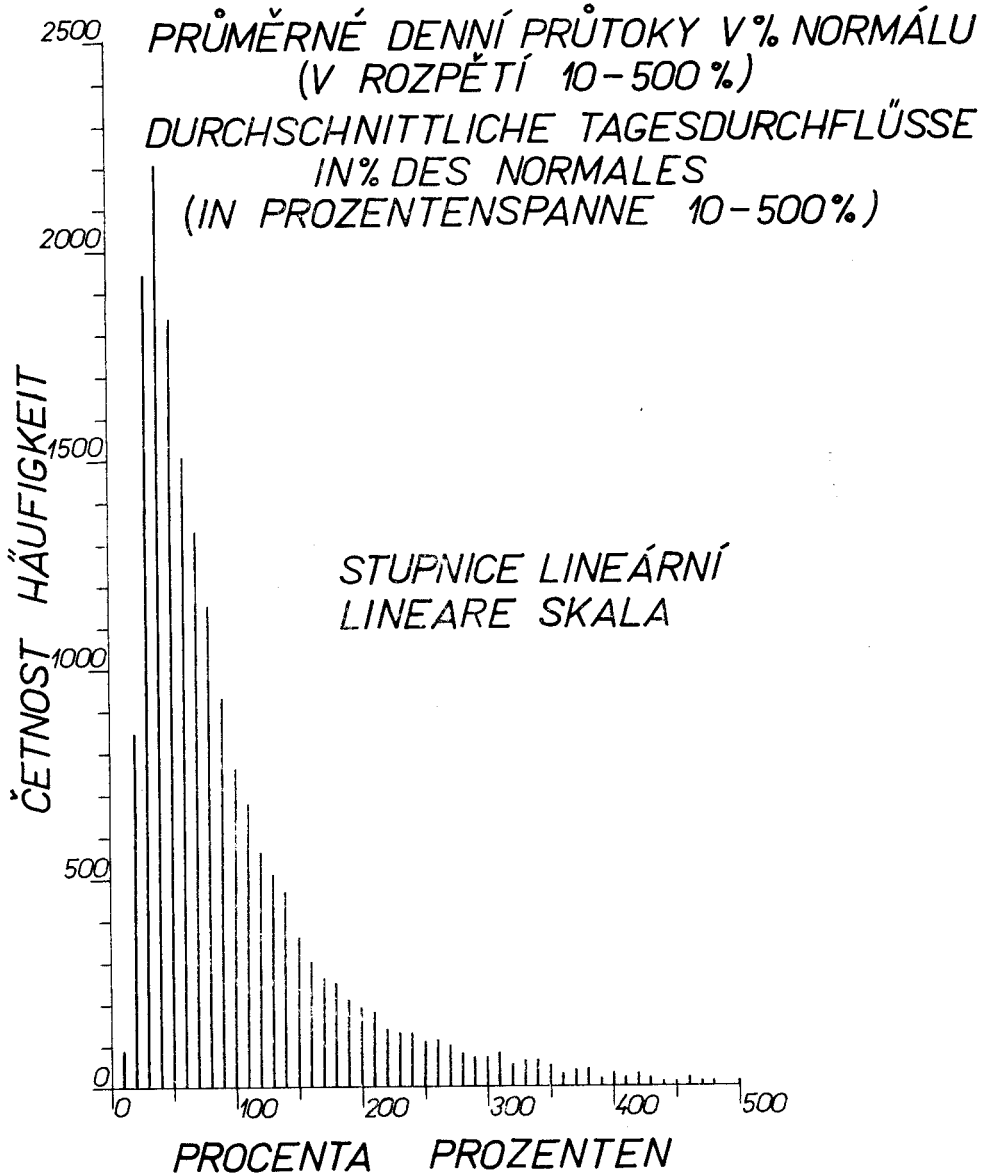

ČETNOST PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH PRŮTOKŮ
(DO PRŮTOKU 2500 m³/s)
HÄUFIGKEIT DER DURCHSCHNITTLICHEN
TAGESDURCHFLÜSSEN
(BIS ZUM DURCHFLUSS 2500 m³/s)
ČETNOST HÄUFIGKEIT
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
0
500
1000
1500
2000
2500
PRŮTOKY V m³/s
DURCHFLÜSSE IN m³/s



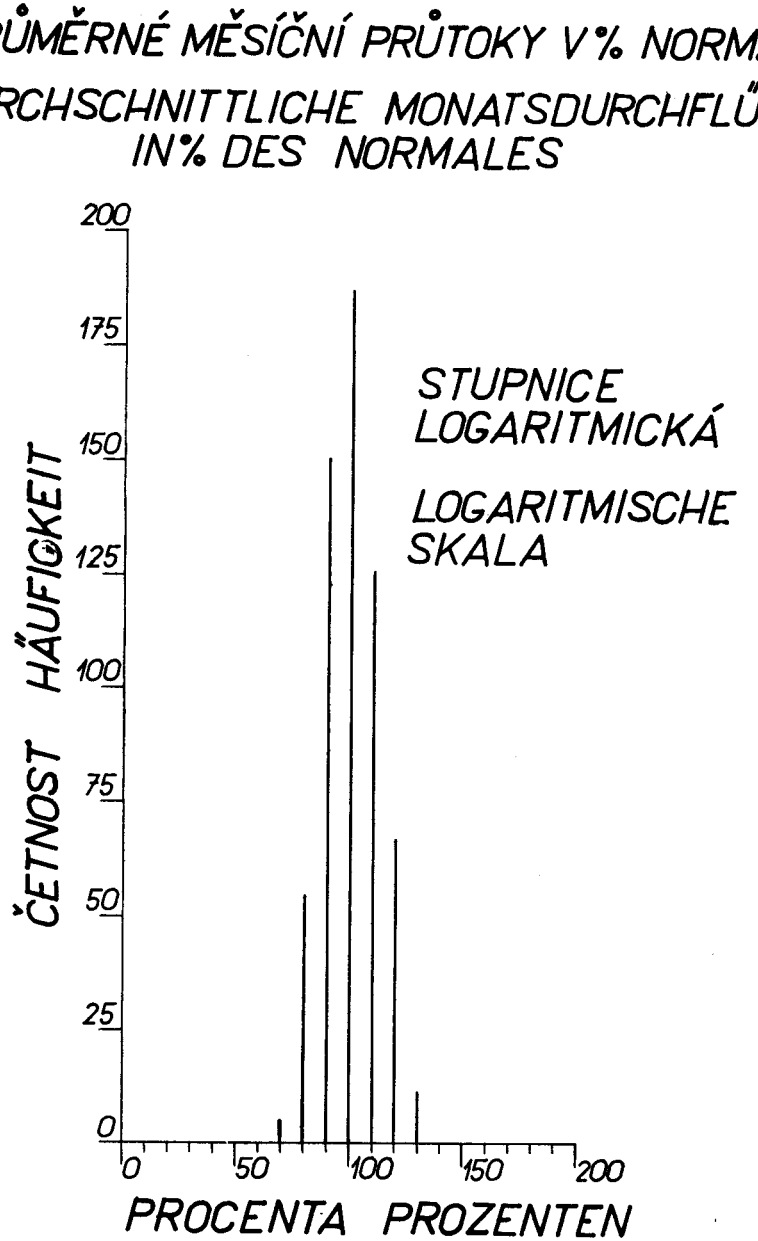
ich jede von denen in Prozenten des zugehörigen Normals (2,36036 und 310 m³/s) aus. Graphische Darstellung beider, auf diese Weise entstehenden Komplexe siehe Abbildung 2A und 2B. Während der neue Komplex (Abb. 2a) eine ausdruckvolle Unregelmäßigkeit nicht ausweist und seine Elemente sind in einem Intervall von 60; 160 %, weist der ursprüngliche Komplex (Abb. 2B) eine ausdruckvolle rechtsgängige Unregelmäßigkeit aus, was logisch ist, weil er nur eine Umschreibung des Grundmaterials, d. h. der durchschnittlichen Tagesdurchflüsse in den relativen Verhältniß mit Rücksicht auf den 50jährigen Normal (310 m³/s), ausdrückt. Auf dieser Abbildung 2B ist die Häufigkeit der Elemente nur im Intervall von 10; 500 %; die fehlenden 125 Elemente sind in einem Intervall von 510; 1420 %. Schon aus einer visuellen Beobachtung dieser beiden Komplexe (2A und 2B) und aus dem, was schon über die Methode des Durchflußmessens angeführt worden war, ergibt sich die Richtlinie meines Standpunktes in der Frage der Verwendung der Logarithmusskala als Arbeitsskala beim festsetzen der Durchflußcharakteristiken; mit Absicht auf einen bedeutenden Unterschied zwischen den beiden Komplexen halte ich es für vollkommen überflüßig, beide Komplexe noch durch Momentcharakteristiken zu charakterisieren, wie es in der mathematisch-statistischen Praxis üblich ist.

Abbildungen 3A, 3B und 4 sind analogisch den Abbildungen 2A und 2B mit dem Un-

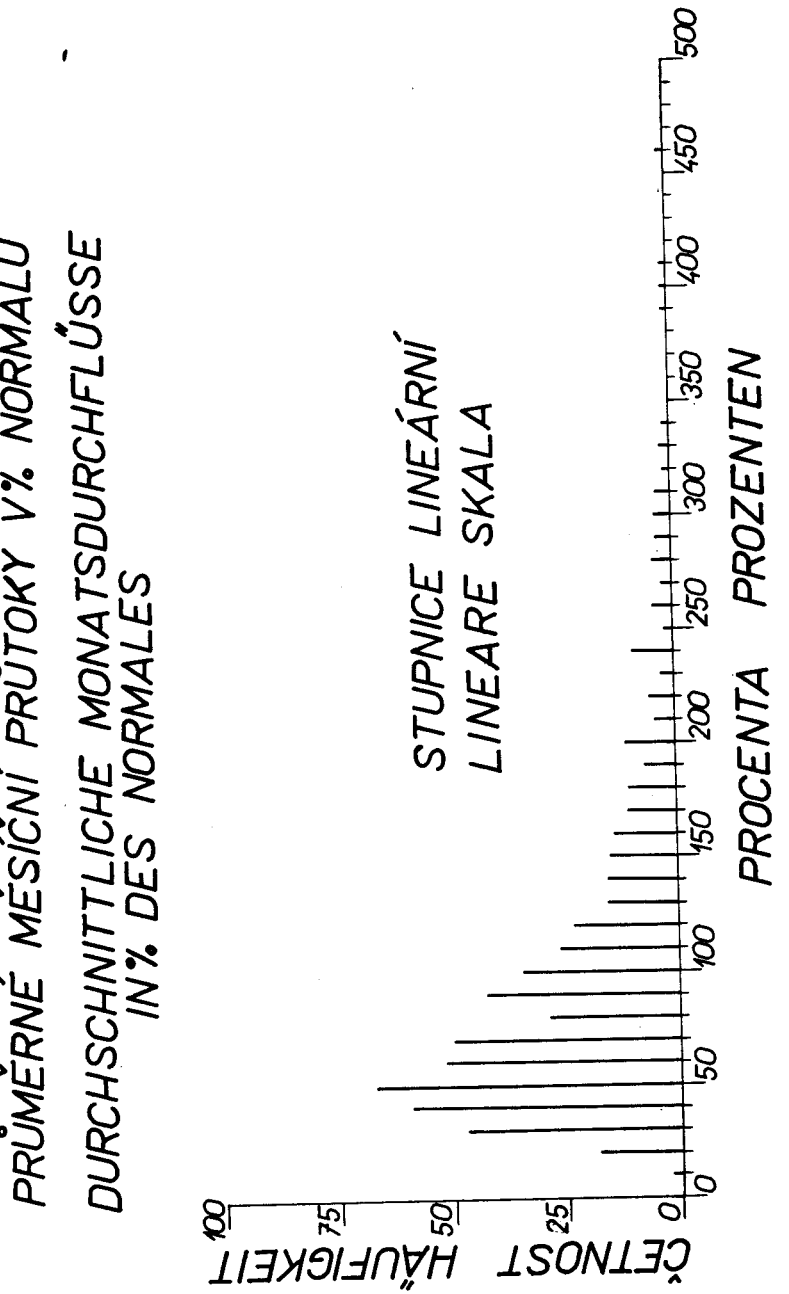
terschied, daß sie in Prozenten der zugehörigen Normale (2,36036 und 310 m^3/s) die durchschnittliche Monats- und Jahresdurchflüsse darstellen. Auch im Falle durchschnittlicher Monatsdurchflüsse, in der Logarithmusskala ausgedrückt, weist der Komplex eine ausdruckvolle Unregelmäßigkeit nicht aus (Abbildung 3A), indem der ursprüngliche Komplex (Abbildung 3B) ausdruckvolle rechtsgängige Unregelmässigkeit gleichartig wie im Falle durchschnittlicher Tagesdurchflüsse erweist. Im Falle der durchschnittlichen Jahres-



durchflüsse (Abb. 4) erweist der Komplex der Werte, in Logarithmusskala ausgedrückt, eine vollkommene Regelmässigkeit und alle Werte sind in einem Intervall von 90; 110 %; ursprünglicher Komplex erweist rechtsgängige Unregelmäßigkeit, auch wenn nicht so ausdruckvoll wie bei den Komplexen der durchschnittlichen Monats- und namentlich durchschnittlichen Tages-



werte; zugehörige Werte sind in einem Intervall von 50; 180%. Auch aus dem Vergleich dieser Komplexe ergibt sich ein gleicher Verschluß wie im Falle der, von durchschnittlichen Tageswerte abgeleiteten Komplexe (Abb. 2A und 2B).



1925—1934 und 1926—1935 beinhalten beide extreme Jahre. In der folgenden Tabelle II. sind zuständige Monats- und Jahresdurchschnitte beider Skala ausgedrückt, wieder in Prozenten der angehörigen 50jährigen Normale angeführt.

Der gegenseitige Vergleich der festgestellten Werte für einzelne Jahrzehnte in beiden Arbeitsskala ist übersichtlich in der nachfolgenden Tabelle III. angeführt. Diese Tabelle beinhaltet extreme Werte in einzelnen Zeilen und deren Differenzen.

Tabelle III.

Die Extreme der durchschnittlichen Monats- und Jahresdurchflüsse (angegeben in der Tabelle II)

Monat	Logarithmusskala		
	Maximum %	Minimum %	Dif. %
XI	106 (1924—33)	103 (1926—35; 27—36)	3
XII	101 (1924—33)	99 (1925—34; 26—35; 27—36)	2
I	101 (1924—33)	99 (1927—36)	2
II	98 (1924—33)	96 (1927—36)	2
III	95 (1924—33; 25—34; 26—35)	94 (1927—36)	**1**
IV	99 (1924—33; 26—35)	98 (1925—34; 27—36)	**1**
V	99 (1924—33)	96 (1925—34)	3
VI	105 (1924—33)	100 (1927—36)	5
VII	102 (1924—33)	97 (1927—36)	5
VIII	104 (1924—33)	96 (1927—36)	**8**
IX	100 (1924—33)	95 (1927—36)	5
X	100 (1924—33; 25—34)	98 (1926—35; 27—36)	2
Jahr	101 (1924—33)	98 (1927—36)	3

Monat	Linearskala		
	Maximum %	Minimum %	Dif. %
XI	131 (1924—33)	116 (1927—36)	15
XII	93 (1924—33)	82 (1927—36)	11
I	106 (1924—33)	89 (1927—36)	17
II	87 (1926—35)	77 (1927—36)	10
III	75 (1924—33)	66 (1927—36)	**9**
IV	95 (1924—33)	86 (1925—34)	**9**
V	92 (1924—33)	79 (1925—34)	13
VI	148 (1924—33)	103 (1927—36)	45
VII	120 (1924—33)	82 (1927—36)	38
VIII	121 (1924—33)	74 (1927—36)	**47**
IX	87 (1924—33)	65 (1927—36)	22
X	93 (1924—33)	83 (1927—36)	10
Jahr	99 (1924—33)	83 (1927—36)	16

Die Differenzgrösse zwischen den Extremen bestätigt auch die Zweck
mäßigkeit der Benützung der Logarithmusskala als Arbeitsskala. Zu dieser
Konstatieren ist es noch nötig hervorzuheben, daß gerade der unterschiedlich
Charakter der vier Jahrzehnten die Schwerwiegendheit der angeführte
Feststellung verstärkt, die auf der stellenmäßigen Unterschiedlichkeit de

Differenzen im Falle der Benützung der Logarithmus- und Linearskala als Arbeitsskala lastet.

Im Rahmen der Bewertung der vier erwähnten Jahrzehnten untersuchte ich auch die Möglichkeit der Benützung des Medians als der Charakteristik des Mittelpunktwertes anstatt des gewöhnlich benützten arithmetischen Durchschnittes. Ich stellte fest, daß die Benützung des Medians als der Charakteristik des Mittelpunktwertes ein gewisses Präzisieren des Ergebnisse, wenn auch nicht so wesentlich im Vergleich zur Benützung der Logarithmusskala als Arbeitsskala vorstellt.

Das Ziel dieser Studie ist ein Beitrag zur Problematik der Feststellung der Durchflußcharakteristiken durch Ausarbeitung einer neuen Auswertvariante der Durchflußangaben, abgeleitet von deren Messungsart.